

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 4月 1日
Date of Application:

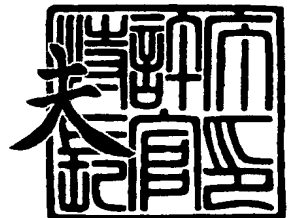
出願番号 特願2003-097954
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-097954]

出願人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2003年12月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3104386

【書類名】 特許願

【整理番号】 1021082

【提出日】 平成15年 4月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/00

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 川上 俊之

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 種谷 元隆

【特許出願人】

 【識別番号】 000005049

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

 【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100064746

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

 【識別番号】 100085132

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100083703

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208500

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多波長レーザ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 青色レーザダイオード、赤色レーザダイオード、および赤外線レーザダイオードのうちで 2 以上のレーザダイオードが同一基体上で同一方向に配置された多波長レーザ装置であって、より短い波長のレーザダイオードの順序でレーザ光出射点はその光出射方向に向いて前方に配置されていることを特徴とする多波長レーザ装置。

【請求項 2】 前記 2 以上のレーザダイオードは、同一基板上にモノリシックに形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の多波長レーザ装置。

【請求項 3】 前記 2 以上のレーザダイオードは、それぞれ融点の異なる半田を用いて前記基体上にマウントされていることを特徴とする請求項 1 に記載の多波長レーザ装置。

【請求項 4】 前記基体には、前記各レーザダイオードからのレーザ光の通過を確保するための切り込みが設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の多波長レーザ装置。

【請求項 5】 前記基板には、前記各レーザダイオードのレーザ光の通過を確保するための切り込みが設けられていることを特徴とする請求項 2 に記載の多波長レーザ装置。

【請求項 6】 前記レーザダイオードは、p サイドダウンでマウントされていることを特徴とする請求項 1 または 5 に記載の多波長レーザ装置。

【請求項 7】 請求項 1 に記載された多波長レーザ装置を製造するための方法であって、前記 2 以上のレーザダイオードに対してそれぞれ融点の異なる半田を融点の高い順に使用して前記基体上にマウントすることを特徴とする多波長レーザ装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多種の光ディスクの互換性を保つことが可能な光ピックアップ装置

に関し、特に、複数の波長のレーザ光を出射することが可能な多波長レーザ装置に係る。

【0002】

【従来の技術】

近年、記録密度を向上させる記録媒体およびその記録再生装置の開発が盛んに行われている。例えば、デジタル多用途ディスク（DVD）は映像の記録媒体として多方面に普及しつつあり、今後の需要の増大が期待されるメディアである。したがって、従来のコンパクトディスク（CD）や録再できるCD（CD-R、CD-RW）等とDVDとの互換性を維持し得る光ピックアップを開発する要望が高まっている。

【0003】

現在、DVDの再生用光源には波長650nm帯の半導体レーザダイオード（LD）が使用されており、CDやCD-Rには波長780nm帯のLDが使用されている。さらに、次世代のDVDには、波長410nm帯のLDが使用される。CD、CD-R/RW、およびDVDなどの規格ではディスク側の録再方式の相違も存在し、一種類のLDでそれらの異なる規格をカバーすることは不可能である。したがって、種々のデバイス間で録再の互換性を確実に維持するためには、複数種類の波長のレーザ光を読み書きできるピックアップを搭載することが望ましい。

【0004】

この場合、それぞれの波長に対応するピックアップを一つの録再装置に3つ搭載するという手段もある。しかし、一つの録再装置に3つものピックアップを搭載すれば、その録再装置の大型化が避けられないのみならず、コストの増大を引き起こす。したがって、一つのピックアップによって3種類のメディアに関して読み書きできることが望ましい。そのためには、3つの波長を出射することが可能な多波長レーザ装置を光ピックアップに使用することが必要となる。具体的には、波長780nmの赤外半導体LDと、波長650nmの赤色半導体LDと、波長410nmの青色半導体LDとを近接して配置した半導体レーザ装置が望まれる。

【0005】

図18の模式的斜視図は、このように互いに発光波長が異なる3種類の半導体LDを集積した多波長半導体レーザ装置の一例を示している（例えば、特許文献1の特開2000-174398号公報参照）。図18の装置では各LDが個別に作製された後に集積されており、これはいわゆるハイブリッド型の多波長レーザ装置である。すなわち、ヒートシンク131の平坦な一側面に沿って、それぞれ赤外色、赤色、および青色の発光波長を有する半導体LD132、133、および134が、この順でそれらのレーザビームの出射方向が互いにほぼ平行になるようにマウントされている。それらのLD132、133、および134にはそれぞれワイヤ135、136、および137が接続されており、それぞれのLDが独立に動作することができる。このようなハイブリッド型多波長レーザ装置では、一つのLDに不良が生じても良品のLDと交換できるので、多波長レーザ装置の歩留まりの低下を抑制し得るメリットがある。

【0006】

【特許文献1】

特開2000-174398号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、互いに発光波長の異なる3つ以上のLDを集積する場合、それらのLDをどのように並べるべきかについて、これまでにあまり考慮されていない。しかし、複数のLDを集積して使用する場合、本発明者らの考えによれば、複数のLDの並べ方と光ピックアップの光学系との関係を考慮すべきであり、複数のLDの配置を適切に行うことが重要であると考えられる。

【0008】

理想的には、一つの録再装置に3つのピックアップを搭載する場合と同様に、レーザの一波長に対応して一つの光学系を準備することが望ましいが、それでは複数のLDを集積して一つのピックアップにする利点が得られない。したがって、一つの発光波長のLDのみを搭載したピックアップの場合と同様に、複数のLDを含むピックアップにおいても単一の光学系を使用することが好ましい。他方

、複数のLDが集積されたレーザ装置において、それら複数のLDのレーザ光出射点を1点に一致させることは物理的に不可能であるから、各波長のLDのそれぞれに最適な複数の光学系の役割を単一の光学系のみによって果たさせることは困難である。

【0009】

このような従来技術の状況に鑑みて、本発明は、互いに異なった波長の光を出射する複数のLDを含む多波長レーザ装置と単一光学系との関係を改善することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、青色レーザダイオード、赤色レーザダイオード、および赤外線レーザダイオードのうちで2以上のレーザダイオードが同一基体上で同一方向に配置された多波長レーザ装置において、より短い波長のレーザダイオードの順序でレーザ光出射点はその光出射方向に向いて前方に配置されていることを特徴としている。

【0011】

なお、それら2以上のレーザダイオードは、同一基板上にモノリシックに形成されていてもよい。他方、2以上の個別のレーザダイオードが、それぞれ融点の異なる半田を用いて基体上にマウントされていてもよい。

【0012】

基体には、各レーザダイオードからのレーザ光の通過を確保するための切り込みが設けられていることが好ましい。2以上のレーザダイオードがモノリシックに形成されている場合には、その基板において、各レーザダイオードのレーザ光の通過を確保するための切り込みが設けられていることが好ましい。レーザダイオードは、pサイドダウンで基体上にマウントされてもよい。

【0013】

本発明による多波長レーザ装置を製造するための方法においては、2以上のレーザダイオードは、それぞれ融点の異なる半田を融点の高い順に使用して基体上にマウントされることが好ましい。

【0014】

【発明の実施の形態】

まず、本明細書において、LDの「フロント側」とは、LDの共振器両端面のうちでレーザ光が放出される端面側を意味する。また、「レーザ光出射点」とは、LDのフロント側の共振器端面とストライプ状の導波路とが交差する点を意味する。

【0015】

本発明者らの検討によれば、異なる各波長のレーザ光を単一光学系で集光する場合の問題点の一つとして、波長の違いによる焦点距離の相違が存在する。光学系に使用されるレンズは波長に依存して屈折率が異なり、波長の短い青色に対しては焦点距離が短く、波長の長い赤外色に対しては焦点距離が長くなる。複数の光学系が準備できれば、異なるレンズを用いることによって、異なる波長の光の間で焦点距離の差をなくすことができる。しかし、単一光学系において、波長に依存する焦点距離の変動はディスク面における焦点ずれを生じ、読み書きエラーの原因になり得ることを意味する。

【0016】

このような焦点距離の相違は光学系の設計によって変わるが、一般には青色LDと赤外LDとの間で数十 μm ないし百 μm 程度の相違がある。これを考慮して、光学系の焦点距離の違いに伴う像点までの距離の違いを補正するように各波長のLDを配置することによって、すなわちレーザ光出射点位置を調整することによって、異なる波長間における焦点距離の相違の問題を解決することができる。

【0017】

(実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1における多波長レーザ装置のヘッダの先端部を模式的に図解した斜視図である。ヘッダの先端部では支持基体11の一主面上に青色LD12、赤外LD13、および赤色LD14が配設されており、それらのLDはリッジストライプ212、312、および412をそれぞれ有し、ストライプ状の導波路を含んでいる。LD12、13、および14には、それらが独立に動作し得るように電力を供給する第一のワイヤ18、第二のワイヤ19、および

第三のワイヤ 20 がそれぞれ接続されている。

【0018】

支持基体 11 は、銅を主成分とする金属からなっており、ヒートシンクとして作用する。支持基体 11 上におけるそれぞれの LD は、それらが出射するレーザービームが互いにほぼ平行になるようにマウントされている。また、各 LD は n 電極側が支持基体 11 側になるように、すなわち p サイドアップでマウントされており、p 電極側にワイヤが接続されている。これらのワイヤは、対応する LD のリジストライプ 212、312、および 412 の直上を避けた位置に接続され、ストライプ状導波路にワイヤボンディングによるダメージが入ることを防止している。各 LD のリア側には多層反射膜が形成されており、支持基体 11 側およびワイヤ側から閾値以上の電流が注入されれば、そのフロント側からレーザー光が出射される。ここで、赤色 LD 14 はフロント側を向いて青色 LD 12 より 50 μm 後方に配置され、赤外 LD 13 は赤色 LD 14 よりさらに 50 μm 後方に配置されている。次に、図 1 の多波長レーザー装置の製造方法について説明する。

【0019】

まず、図 2 を参照して、青色のレーザー光を出射する青色 LD 12 の作製について説明する。この LD 12 は複数の GaN 系半導体層を含み、n 型 GaN 基板 201 上に、有機金属気相成長法 (MOCVD) にて形成される。より具体的には、n 型 GaN 基板 201 の第一主面上に、n 型 GaN の下部コンタクト層 202、n 型 Al_{0.1}Ga_{0.9}N の下部クラッド層 203、n 型 GaN の下部ガイド層 204、In_{x1}Ga_{1-x1}N と In_{x2}Ga_{1-x2}N (但し $x_1 > x_2$) の交互積層構造からなる多重量子井戸層構造を有する活性層 205、p 型 Al_{0.2}Ga_{0.8}N の蒸発防止層 206、p 型 GaN の上部ガイド層 207、p 型 Al_{0.1}Ga_{0.9}N の上部クラッド層 208、および p 型 GaN の上部コンタクト層 211 を順に積層したウエハを成長させる。なお、活性層 205 は、波長約 405 nm の光を放射するように、その組成および構造が設定される。

【0020】

次に、フォト工程を利用して幅 2 μm 程度のストライプ状レジスト (図示せず) を形成し、反応性イオンエッチング (RIE) 等によって上部クラッド層 20

8と上部コンタクト層211を含むリッジストライプ212を形成する。これによって、ストライプ状の導波路が構成される。続いて、酸化珪素膜を蒸着してリフトオフすることによって、電流注入をリッジストライプ212の頂部のみから行うための電流狭窄層213がリッジストライプ212の両側に形成される。さらに、リッジストライプ212上を覆うように、Pd/Auをこの順に真空蒸着等により積層したp電極214が形成される。このp電極214は、ワイヤのボンディング領域を考慮して、リッジストライプ212上以外の幅広領域をも含むことが好ましい。

【0021】

続いて、基板201の第二主面側を研磨等で削ることによって、ウェハ全体の厚みを調整する。その後、基板201の第二主面側にTi/Alをこの順で真空蒸着等により積層してn電極215を形成し、さらにLDのマウント時の密着性を向上させるためにMo/Auをこの順で真空蒸着してウェハの形成を完了する。完成されたウェハは650 μ m幅で劈開され、レーザの共振器端面が形成される。その劈開後に、レーザバーのリア側に2種類以上の誘電体の積層からなる多層反射膜（図示せず）を形成し、レーザ光をフロント側から取り出せるようにする。さらにバー状に分割されたウェハが幅200～300 μ m程度のチップに分割され、これによって青色LD12が得られる。

【0022】

次に、図3を参照して、赤外のレーザ光を出射する赤外LD13の作製について説明する。このLD13は複数のAlGaAs系半導体層を含み、n型GaAs基板301上にMOCVD法や分子線エピタキシー（MBE）法により形成される。より具体的には、n型GaAs基板301の第一主面上に、n型Al_{0.55}Ga_{0.45}Asの下部クラッド層303、Al_{x3}Ga_{1-x3}AsとAl_{x4}Ga_{1-x4}As（但しx₃>x₄）の交互積層構造からなる多重量子井戸層構造を有する活性層305、p型Al_{0.55}Ga_{0.45}Asの上部第一クラッド層308、p型GaAsのエッチストップ層309、p型Al_{0.55}Ga_{0.45}Asの上部第二クラッド層310、p型GaAsの上部コンタクト層311を順に積層してウェハを成長させる。なお、活性層305は、波長約780nmの光を放射するように、その

組成および構造が設定される。

【0023】

次に、フォト工程により幅 $5\mu\text{m}$ 程度の酸化珪素や窒化珪素等のストライプ状マスク（図示せず）を形成後、エッチストップ層 309 に達するまでエッチングし、上部第二クラッド層 310 および上部コンタクト層 311 を含むリッジストライプ 312 を形成する。これによって、ストライプ形状の導波路が構成される。リッジストライプ 312 の両側には、光を閉じ込めるため、および電流注入をリッジストライプ 312 の頂部のみから行うために n 型 GaAs の埋め込み層 313 が成長させられる。また、リッジストライプ 312 上を覆うように、Zn/Au をこの順に真空蒸着等により積層した p 電極 314 が形成される。この p 電極 314 にも、ワイヤのボンディングを考慮した幅広領域を設けることが好ましい。

【0024】

続いて、n 型 GaAs 基板 301 の第二主面側をウェットエッチング等で削ることによって、ウェハ全体の厚みを調整する。その後、n 型 GaAs 基板 301 の第二主面側に Ni/Ge/Au をこの順で真空蒸着等により積層して n 電極 315 を形成し、さらに LD のマウント時の密着性を向上させるために、Mo/Au をこの順で真空蒸着してウェハの形成を完了する。完成されたウェハは $250\mu\text{m}$ 幅で劈開され、レーザの共振器端面が形成される。その劈開後に、レーザバーのリア側に 2 種類以上の誘電体の積層からなる多層反射膜（図示せず）を形成して、レーザ光をフロント側から取り出せるようにする。さらに、バー状に分割されたウェハが幅 $200\sim 300\mu\text{m}$ 程度のチップに分割され、これによって赤外 LD 13 が得られる。

【0025】

次に、図 4 を参照して、赤色のレーザ光を出射する赤色 LD 14 の作製について説明する。この LD 14 は複数の InAlGaP 系半導体層を含み、n 型 GaAs 基板 401 上に MBE 法により形成される。より具体的には、n 型 GaAs 基板 401 の第一主面上に、n 型 $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.5}\text{P}$ の下部クラッド層 403、n 型 $\text{Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.25}\text{In}_{0.5}\text{P}$ の下部ガイド層 404、 $\text{In}_{x5}\text{Ga}_{1-x}$

5Pと $\text{Al}_{x6}\text{Ga}_{x7}\text{In}_{1-x6-x7}\text{P}$ との交互積層構造からなる多重量子井戸層構造を有する活性層405、p型 $\text{Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.25}\text{In}_{0.50}\text{P}$ の上部ガイド層407、p型 $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.50}\text{P}$ の上部第一クラッド層408、p型 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$ のエッチストップ層409、p型 $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.50}\text{P}$ の上部第二クラッド層410、p型GaAsの上部コンタクト層411を順に積層してウエハを成長させる。なお、活性層405は、波長650nmの光を放射するように、その組成と構造が設定される。

【0026】

次に、フォトリソ工程により幅5 μm 程度の酸化珪素や窒化珪素等のストライプ状マスク（図示せず）を形成後に、エッチストップ層409に達するまでエッチングする。こうして上部第二クラッド層410と上部コンタクト層411を含むリッジストライプ412を形成し、光の導波を可能にする。リッジストライプ412の両側には、光を閉じ込めるため、および電流注入をリッジストライプ412の頂部のみから行うためにn型GaAsの埋め込み層413が成長させられる。また、リッジストライプ412上を覆うように、Zn/Auをこの順に真空蒸着等により積層したp電極414が形成される。このp電極414にも、ワイヤのボンディングを考慮した幅広領域を設けることが好ましい。

【0027】

続いて、n型GaAs基板401の第二主面側をウェットエッチング等で削ることによって、ウエハ全体の厚みを調整する。その後に、n型GaAs基板401の第二主面側にNi/Ge/Auをこの順で真空蒸着等により積層することでn電極415を形成し、さらにLDのマウント時に密着性を向上させるために、Mo/Auをこの順で真空蒸着してウエハの形成を完了する。完成したウエハは250 μm 幅で劈開され、レーザの共振器端面が形成される。その劈開後に、レーザバーのリア側に2種類以上の酸化物の積層からなる多層反射膜（図示せず）を形成し、レーザをフロント側から取り出せるようにする。さらにバー状に分割されたウエハが幅200～300 μm 程度のチップに分割され、これによって赤色LD14が得られる。

【0028】

なお、赤外LD13と赤色LD14のチップへの分割を、GaAs基板301、401の劈開性を利用して行えば、レーザ光の出射方向であるリッジストライプ310、412の方向と平行な平面を形成することができ、この平面をLDのマウント時のアライメント基準として用いることができる。また、チップ分割を行う際には分割溝をバー状ウェハに設けることが必要となるが、この分割溝をフォトリソ工程とエッチングを組み合わせることで形成すれば、LDのリッジストライプと側端との距離を規定できるので、発光点位置の制御に好ましい。このようなチップ分割溝は、ウェハをバー状に分割する前に形成することが可能である。

【0029】

得られたLDは、支持基体11にマウントされる。支持基体11にまず青色LD12を載せ、その近傍で青色LD12のレーザ光出射点からフロント側を向いて後方100 μ mの位置に赤外LD13のレーザ光出射点があるように赤外LD13をマウントする。そして、青色LD12と赤外LD13との間で、青色LD12のレーザ光出射点からフロント側を向いて後方50 μ mの位置に赤色LD14のレーザ光出射点があるように赤色LD14をマウントする。この時、それぞれのLDのストライプ方向が互いに平行になるように注意する。また、LD間で接触してショートしないように、LD間が10～数10 μ m程度に設定される。

【0030】

マウントにおいて、青色LD12にはAu₈₀Sn₂₀半田、赤外LD13にはAu₁₀Sn₉₀半田、そして赤色LD14にはIn半田を用い、融点の高い順にAu₈₀Sn₂₀半田、Au₁₀Sn₉₀半田、およびIn半田を用いてそれらのLDを支持基体11に取り付ける。すなわち、まず耐熱性に優れる青色LD12、次に赤外LD13、そして最後に耐熱性の弱い赤色LD14をマウントする。それぞれのLDに同じ半田材を使用することも不可能ではないが、このように融点の異なる半田を用いて複数のLDを支持基体11に接続すれば、一つのLDをマウントする際に他のLDの位置ずれなどが起こりにくくて便利である。なお、種々の融点を有する半田材は、インジウム基、鉛基、錫基、アルミニウム基、金基などの種々の半田材から選択し得る。なお、図1では左から順に赤外LD13、赤色LD14、青色LD12という並び方を示しているが、この順序を変えてもよいこと

は言うまでもない。

【0031】

次に、図5に示されているように、それぞれのLDにワイヤを接続し、外部から電力が供給できるようにする。なお、図5において、レーザ装置の内部をわかりやすくするために、透光材51とキャップ52は一部破断されて示されている。支持基体11は、円形の放熱板15と共にステム10本体を構成し、ステム10外部のリード41に接続されていて電力が供給され得る。それぞれのLDのp側に電力を供給するピン38、39、40はステム10から絶縁され、外部のリード48、49、50にそれぞれ直結している。各LDのマウント後に、青色LD12、赤外LD13、および赤色LD14は、ワイヤ18、19、および20によってピン38、39、および40へそれぞれ接続される。その後、レーザ光として出射される3つの波長の光を透過しうる透光材51を有するキャップ52をステム10に接続し、これによって多波長レーザ装置100が完成する。

【0032】

図6において、この多波長レーザ装置100の等価回路が示されている。すなわち、青色LD12、赤外LD13、および赤色LD14のnサイドはアースに接続され、pサイドにはそれぞれのLDを駆動する電力供給源が接続されており、それぞれのLDが独立に動作可能である。

【0033】

本発明では、多波長レーザ装置に対して単一の光学系を使用する場合にそれぞれのレーザ光の焦点距離が異なるという問題が、レーザ光出射点位置を調整することによって解決され得る。前述のように、実施形態1では赤色LD14のレーザ光出射点位置がフロント側に向いて青色LD12に比べて50 μ m後方で、赤外LD13のレーザ光出射点位置がフロント側に向いて赤色LD14に比べて50 μ m後方にされた。しかし、光学系の設計に応じてこれらの距離を各LD間で変更してもよいことは言うまでもない。そのような距離の調整によって、光ピックアップの設計を容易にすることができる。また、光ピックアップの設計が容易になることによって光学系が簡素化され、そのピックアップのコストを低く押えることが可能となる。

【0034】

(実施形態2)

図7は、実施形態2における多波長レーザ装置のステムの先端部を模式的に図解した斜視図である。なお、図7の実施形態2において、実施形態1と同一または相当する部分については同一符号を付してその詳細な説明を省略する。

【0035】

本実施形態2は実施形態1に類似しているが、支持基体11上で各LDがpサイドダウンでマウントされている点が特徴的である。このような構成では、支持基体11からの発光点位置までの距離（高さ）の制御が行いやすい利点を得られる。他方、pサイドダウンでは発光点位置が支持基体11に近づくので、放射されたレーザ光の一部が支持基体11によって遮られる危険性が高くなる。したがって、支持基体11に切り込み21を設け、レーザ光が支持基体11によって遮断されることを防止している。次に、この切り込み21について説明する。

【0036】

図8に示されているように、LDのレーザ光出射点を原点として、レーザ光出射方向をz軸、z軸に垂直でLDの活性層に平行な方向をx軸、同じく活性層に垂直な方向をy軸とすれば、LDから出射されるレーザ光の水平放射角 θ_{\parallel} および垂直放射角 θ_{\perp} から、切り込み21のLDからの位置や深さを算出することができる。具体的には、z軸からy軸方向の距離Dに関しては、レーザ光出射点からのz軸方向の距離をL（ただし $L \geq 0$ ）として、

$$|D| < L \times \tan(\theta_{\perp}/2) \cdots (1)$$

を満たすDの範囲内に光の遮蔽物がないように溝を作ればよい。例えば、レーザ光出射点の支持基体11からの距離（高さ）が $10 \mu\text{m}$ の場合に、LDの $\theta_{\parallel} = 10^{\circ}$ で $\theta_{\perp} = 30^{\circ}$ であれば、Lが約 $37 \mu\text{m}$ 以上の位置において、式(1)を満たすDの範囲に溝を形成する必要がある。なお、溝の形状はその空間が直方体になるものに限られず、z軸方向にスロープ状に形成されてもよい。

【0037】

同様に、x軸方向の距離Wに関しては、z軸方向の距離L（ $L \geq 0$ ）に対して

$$|W| < L \times \tan(\theta_{\parallel}/2) \cdots (2)$$

を満たすWの範囲内に遮蔽物がないようにLDをマウントすればよい。そのような遮蔽物としては隣接して配置されたLDが考えられるが、本実施形態では隣りのLDまでの距離が少なくとも $100\mu\text{m}$ はあるので、常に式(2)の条件を満たす。なお、式(1)と(2)を満たせばレーザ光が遮蔽されないことが確実であるが、レーザ光の放射パターンは楕円形状であることを考慮して、溝21のy軸に垂直な面(底面)と溝のx軸に垂直な面(側面)との交差領域を曲面に加工してもよいし、y軸に垂直な面を傾斜させててもよい。他に楕円形状の放射パターンが遮蔽されない溝の形状としては、溝21の底面をV字状に形成する、溝21の側面を傾ける、溝21のそれぞれの面を曲面に加工するなど、様々なバリエーションが考えられ得る。

【0038】

なお、本実施形態2においても、実施形態1と同様の利点が得られることは言うまでもない。

【0039】

(実施形態3)

図9は、実施形態3における多波長レーザ装置のステムの先端部を模式的に図解した斜視図である。なお、図9の実施形態3においても、実施形態1と同一または相当部分については同一符号を付してその詳細な説明を省略する。

【0040】

本実施形態3に特徴的な点は、支持基体11上にマウントされるLD31が、同一基板上で異なった波長の光を出射し得るモノリシック型になっていることである。すなわち、LD31においては、青レーザ部32、赤外レーザ部33、および赤レーザ部34が同一基板上の結晶成長によって形成されている。レーザ部32、33、および34はそれぞれに対応するストライプ状導波路212、312、および412を含み、それぞれのレーザ部には独立に電力が供給され得る。また、各レーザ部の共振器端面220、320および420はエッチドミラーであり、LD31は分割線50によって共振器に垂直な方向に分割されている。

【0041】

図10から図15は、LD31の製造工程を示す模式的な断面図である。LD

31は、n型GaAsの基板301上にMOCVD法や分子線エピタキシー（MBE）法により形成される。その際に、耐熱性の高い順に青レーザ部32、赤外レーザ部33、その後に赤レーザ部34を作製し、耐熱性の低い赤レーザ部34に大きい熱負荷がかかることを防止する。

【0042】

より具体的には、図10に示すように、まず青レーザ部32をMOCVD法により形成する。最初に、n型GaAs基板301上にn型GaNのバッファ層216を成膜する。これは、GaAs基板上に格子定数の異なるGaN系半導体層を結晶性よく成長させるためである。続いて、実施形態1における青色LDと同様に、p型GaNの上部コンタクト層211まで形成する。次に、CVDや真空蒸着によって酸化珪素や窒化珪素等からなる保護膜318をウェハ全面上に形成し、この保護膜にフォトリソ工程とエッチングにより帯状の開口部を設ける。帯状保護膜318とその開口部の幅は、200 μ mと550 μ mにそれぞれ設定する。

【0043】

そして、反応性イオンエッチング（RIE）等のドライエッチングで帯状開口部を掘り下げて、青レーザ部32となるべき帯状のメサを形成する。この結果、ウェハには青レーザ部32となるべき帯状メサが周期的に存在し、それらの帯状メサ間において赤外レーザ部と赤レーザ部が形成されるべき谷間にn型GaAs基板301が露出される。なお、図10においては、青レーザ部32となるべき一つのメサが示されるとともに、赤外レーザ部と赤レーザ部とが形成されるべき谷間が示されており、その他は図示省略されている。また、図示される範囲は、図10から図15までの各図で同様である。

【0044】

次に、図11に示すように、保護膜318を残したままで、露出されたn型GaAs基板301上に赤外レーザ部33を形成する。まず、実施形態1における赤外LDと同様に、p型GaAsの上部コンタクト層311まで複数のAlGaAs系半導体層を結晶成長させる。この時、成長終了後の上部コンタクト層311の表面位置（高さ）が、青レーザ部32における上部コンタクト層211の表面位置と概略等しくなるように、下部クラッド層303の厚みを変えるなどして

調整する。続いて、CVDや真空蒸着によって酸化珪素や窒化珪素等からなる保護膜316をウェハ上全面に形成し、その保護膜316にフォトリソ工程により帯状の開口部を設ける。この時残された帯状保護膜316の位置に、赤外レーザ部33が形成される。帯状保護膜316とその開口部の幅は、 $200\mu\text{m}$ と $550\mu\text{m}$ にそれぞれ設定される。保護膜316は青レーザ部32同士の間形成され、その保護膜316の一方の側端は青レーザ部32から $300\mu\text{m}$ だけ離れた位置になるように設定される。そうすれば、自動的に、保護膜316の他方の側端は青レーザ部32から $50\mu\text{m}$ だけ離れた位置に来る。

【0045】

図11では、青レーザ部32から左へ $300\mu\text{m}$ だけ離れた保護膜316が示されている。次に、保護膜316の帯状開口部をウェットエッチングやドライエッチングの手法で掘り下げて、赤外レーザ部33を設けるべき谷間を形成する。この工程において、赤外レーザ部を形成すべき領域上と青レーザ部32上とに成長した複数のAlGaAs系半導体層を除去して、青レーザ部32と赤外レーザ部33を分離する。その結果、青レーザ部となるべきメサと赤外レーザ部となるべきメサとの間には、幅 $50\mu\text{m}$ 程度の狭い谷間と、幅 $300\mu\text{m}$ 程度の広い谷間とができる。この谷間にはn型GaAs基板301が露出され、広い谷間に赤外レーザ部34が形成される。

【0046】

次に、図12に示すように、保護膜318、316を残したままで、露出されたn型GaAs基板301上に赤外レーザ部34を形成する。まず、実施形態1における赤色LDと同様に、p型GaAsの上部コンタクト層411まで複数のInGaAlP系半導体層を結晶成長させる。成長終了後の上部コンタクト層411の表面位置（高さ）が他のレーザ部における上部コンタクト層の表面位置と概略等しくなるように、下部コンタクト層403の厚みを変えるなどして調整する。続いて、赤外レーザ部33と同様に保護膜317を形成し、さらにフォトリソ工程によって帯状の開口部を設ける。保護膜317が残される場所は青レーザ部32および赤外レーザ部33から $50\mu\text{m}$ 程度以上離れた位置であり、残される帯状保護膜317の幅は $200\mu\text{m}$ である。この場所は、青レーザ部32と赤外レー

ザ部 33 との間の広い谷間に対応する。続いて、保護膜 317 の帯状開口部からドライエッチングやウェットエッチングを行えば、赤レーザ部 34 を形成すると共に他のレーザ部との分離を行うことができる。

【0047】

次に、図 13 に示すように、赤外レーザ部 33 および赤レーザ部 34 のリッジストライプを形成する。まず、帯状保護膜 316、317 が、さらに細い幅 $4\mu\text{m}$ 程度のストライプ状にフォト工程を利用して加工される。各レーザ部の高さが概略等しいので、このフォト工程を同時に行うことができる。続いて、エッチストップ層 309、409 に達するまで上部コンタクト層 311、411 および上部第二クラッド層 310、410 をウェットエッチングして、レーザ部 33、34 のリッジストライプ 312、412 を形成する。

【0048】

さらに、図 14 に示すように、リッジストライプ 312、412 を n 型 GaAs の埋め込み層 313、413 で埋め込み、リッジストライプ上に堆積した不要な n 型 GaAs 層を除去する。なお、レーザ部間を分離する谷間に n 型 GaAs 埋め込み層が成長した場合には、当然にこれも除去する。続いて、リッジストライプ 312、412 上と埋め込み層 313、413 上に、実施形態 1 と同様に Zn/Au の順で蒸着して p 電極 314 を形成する。赤外レーザ部 33 と赤レーザ部 34 における p 電極は材料が同じであるから、同時に形成することができる。赤外レーザ部 33 と赤レーザ部 34 のリッジストライプ 312、412 を青レーザ部 32 のリッジストライプ 212 より先に形成するのは、それらのリッジストライプ 312、412 を n 型 GaAs で埋め込む必要があるからである。すなわち、青レーザ部 32 の p 電極 213 が、過度に加熱されて劣化するのを防ぐためである。

【0049】

次に、図 15 に示すように、青レーザ部 32 のリッジストライプ 212 を形成する。赤外レーザ部 33 および赤レーザ部 34 を保護する保護膜(図示せず)を形成し、フォト工程を利用して保護膜 318 を幅 $2\mu\text{m}$ 程度の細いストライプ状に加工する。続いて、上部クラッド層 208 が厚さ $0.03\mu\text{m}$ 程度に残るまで上

部コンタクト層 210 と上部クラッド層 208 を R I E にてエッチングして、リッジストライプ 212 を形成する。その上に、電流狭窄層 213 および p 電極 214 を形成して、青レーザ部 32 が完成する。

【0050】

こうして 3 種類のレーザ部が形成された後に、各レーザ部の共振器端面が形成される。共振器端面は、エッチドミラーとして形成される。その際に、青レーザ部 32 のレーザ光出射点は赤レーザ部 34 のレーザ光出射点より $80\ \mu\text{m}$ 前方に、赤レーザ部 34 のレーザ光出射点は赤外レーザ部 33 のレーザ光出射点より $60\ \mu\text{m}$ 前方になるように形成される。そのために、フォト工程によってレジストパターンを形成した上で、ウェットエッチングやドライエッチングまたはその両方を利用して、各リッジストライプ 212、312、412 に垂直な共振器端面を形成する。本実施形態 3 では、すべての共振器長が $500\ \mu\text{m}$ に設定される。続いて n 型 G a A s 基板 301 の第二主面側を削って厚みを調整し、N i / G e / A u をこの順で蒸着して n 電極 315 を形成し、さらに L D 31 のマウントを容易にするために M o / A u をこの順で真空蒸着し、これによってウェハの形成が完了する。

【0051】

その後、完成したウェハをバー状に劈開する。なお、ウェハをバー状に分割する際には、共振器端面を破損しないように劈開する必要がある。すなわち、共振器端面形成のエッチングの際にこの劈開用の十分な切り代も形成されるように設計する。本実施形態 3 において、具体的には、青レーザ部 32 のフロント側共振器端面から前方へ $20\ \mu\text{m}$ の幅と赤外レーザ部 33 のリア側共振器端面から後方へ $20\ \mu\text{m}$ の幅で、各リッジストライプに垂直な細幅領域を切り代として設けている。

【0052】

次に、劈開されたバーのリア側に多層反射膜(図示せず)を形成する。この多層反射膜は、3 種類のレーザ部が出射する光の波長のそれぞれに対して反射率が高くなるように設計する。多層反射膜に使用される材料としては、S i O₂、T i O₂、A l₂O₃、Z r O₂などの酸化物、さらに窒化物、硫化物、ハロゲン化合物

などのように種々の屈折率を有する材料を使用でき、所望の多層反射膜の条件を満たす組み合わせは数多く考えることができる。なお、実際に使用される材料は、メサ端面にコーティングされる関係から、絶縁性でなければならない。最後に、隣り合う青レーザ部 32 と赤外レーザ部 33 との間でレーザバーを分割して、LD 31 が完成する。この後、本実施形態 3 においても、実施形態 1 と同様にワイヤ 18、19、20 を接続すればよい。

【0053】

なお、本実施形態 3 においても、複数のレーザ部のレーザ光出射点がフロント側に向いて波長の短い順で前方に配置されているので、実施形態 1 と同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0054】

ところで、本実施形態 3 における複数のレーザ部の共振器端面 220、320、420 は、前述のようにいずれもエッチドミラーである。図 9 を参照すればわかるように、エッチドミラーを利用した LD の場合、LD の分割線 50 とミラー端面とが一致しないので、それぞれの共振器端面 220、320、420 から出射された光が基板 301 の上面によって部分的に遮蔽されてしまう可能性がある。したがって、上述の式 (1) および (2) を目安とした基準を用いて、レーザの放射パターンが遮蔽されないように基板面をエッチングする必要がある。具体的には、エッチドミラー形成時に十分深くエッチングを行ったり、フォトリソ技術を利用してレーザ光の通過経路のみを深くエッチングすることなどが必要になる。

【0055】

図 16 の模式的な断面図において、フォトリソ技術を利用してレーザ光の通過経路を形成する工程が赤外レーザ部 33 を例にして示されている。図 16 では、図 11 に示された基板 301 上の複数の半導体層がエピ成長部 321 としてまとめて表示されている。なお、図 16 は、図 8 の y-z 面に沿った断面図である。まず、図 16 (a) に示すように、エピ成長部 321 上にレジストパターン 322a を形成する。図 16 (b) において、レジストパターン 322a をマスクとしてドライエッチングを施し、エピ成長部 321 を部分的に掘り込む。図 16 (c) において、レジストパターン 322a を剥離した後、新たなレジストパターン 3

22bを形成する。図16(d)において、レジストパターン322bをマスクとして再度ドライエッチングによりエピ成長部321を部分的に深く掘り込んで、共振器端面320を形成する。共振器端面320は光出射端面であるので、出射されたレーザ光が遮蔽されないように、基板301に達するまでエッチングすることが必要である。その後にレジストパターン322bを剥離すれば、レーザ光を遮蔽することのないLD31が完成する。

【0056】

(実施形態4)

図17は、実施形態4における多波長レーザ装置のステムの先端部を模式的に図解した斜視図である。なお、本実施形態4においても、実施形態1と同一部分または相当部分については同一符号を付してその詳細な説明を省略する。

【0057】

本実施形態4は実施形態1に類似しているが、多波長レーザ装置が、青色LD12と赤色LD14とで構成されている点で特徴的である。青色LD12のレーザ光出射点は、フロント側に向いて赤色LD14のレーザ光出射点から40 μ m前方に配置されている。

【0058】

本実施形態4においても、レーザ部の波長が短い順に、レーザ光出射点がフロント側に向いて前方に配置されているので、実施形態1と同様の効果を得ることができる。

【0059】

以上、本発明による種々の実施形態について説明したが、各実施形態のそれぞれに特徴的な事項を適宜に組み合わせてもよい。またLDの並べ方として赤色LDが他のLDに挟まれている例が示されたが、他のLDが中央に配置されてもよい。

【0060】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、多波長レーザ装置における複数のレーザ光出射点位置が出射光波長の短い順にフロント側に向いて前方に配置されているので

、波長の相違に影響されことなく一つの光学系によって同一距離の位置に焦点合わせることができる。また、レーザ光出射点位置は用いられる光学系の要求に応じて簡単に変更することができるので、光ピックアップに組み入れられる場合に、その光学系を簡素化してコスト低減させることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態 1 による多波長レーザ装置のステム先端部の模式的な斜視図である。

【図 2】 図 1 のヘッダ部に含まれる青色 LD の模式的な斜視図である。

【図 3】 図 1 のヘッダ部に含まれる赤外 LD の模式的な斜視図である。

【図 4】 図 1 のヘッダ部に含まれる赤色 LD の模式的な斜視図である。

【図 5】 本発明の実施形態 1 による多波長レーザ装置の模式的な斜視図である。

【図 6】 図 5 の多波長レーザ装置の等価回路図である。

【図 7】 本発明の実施形態 2 による多波長レーザ装置のステム先端部の模式的な斜視図である。

【図 8】 図 2 に対応する LD を基準とした座標軸を表す図である。

【図 9】 本発明の実施形態 3 による多波長レーザ装置のステム先端部の模式的な斜視図である。

【図 10】 図 9 における青レーザ部の製造工程を示す模式的な断面図である。

【図 11】 図 9 における赤外レーザ部の製造工程を示す模式的な断面図である。

【図 12】 図 9 における赤レーザ部の製造工程を示す模式的な断面図である。

【図 13】 図 12 に続く製造工程を示す模式的な断面図である。

【図 14】 図 13 に続く製造工程を示す模式的な断面図である。

【図 15】 図 14 に続く製造工程を示す模式的な断面図である。

【図 16】 図 9 における赤外レーザ部の端面形成工程を示す模式的な断面図である。

【図 17】 本発明の実施形態 4 による多波長レーザ装置のステム先端部の模式的な斜視図である。

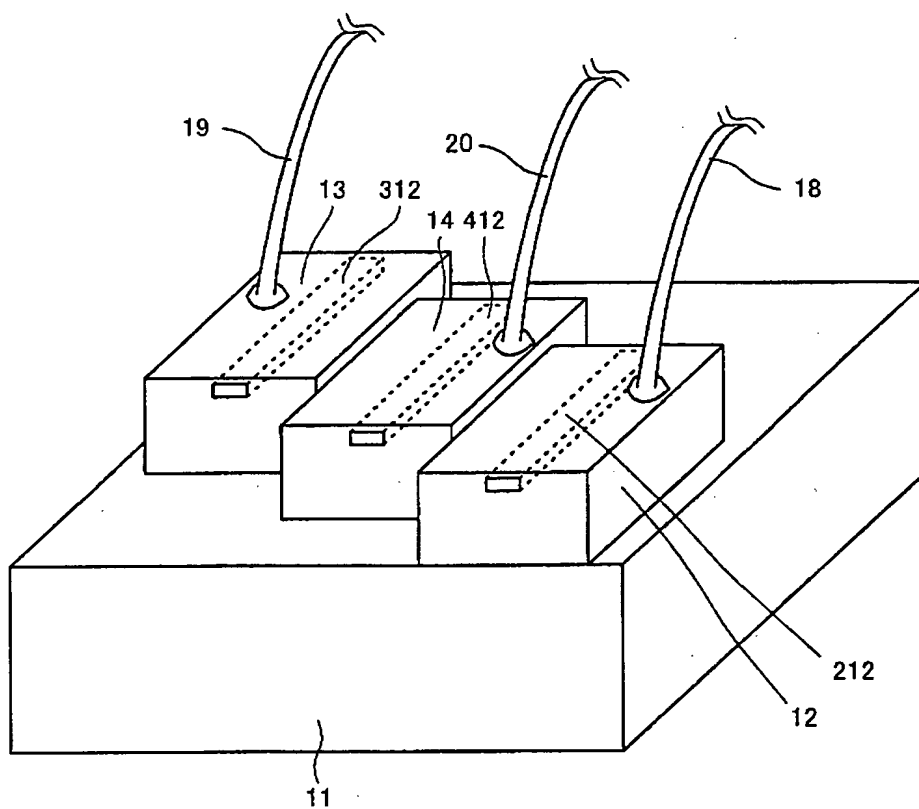
【図 18】 従来技術によるハイブリッド型多波長レーザ装置の模式的な斜視図である。

【符号の説明】

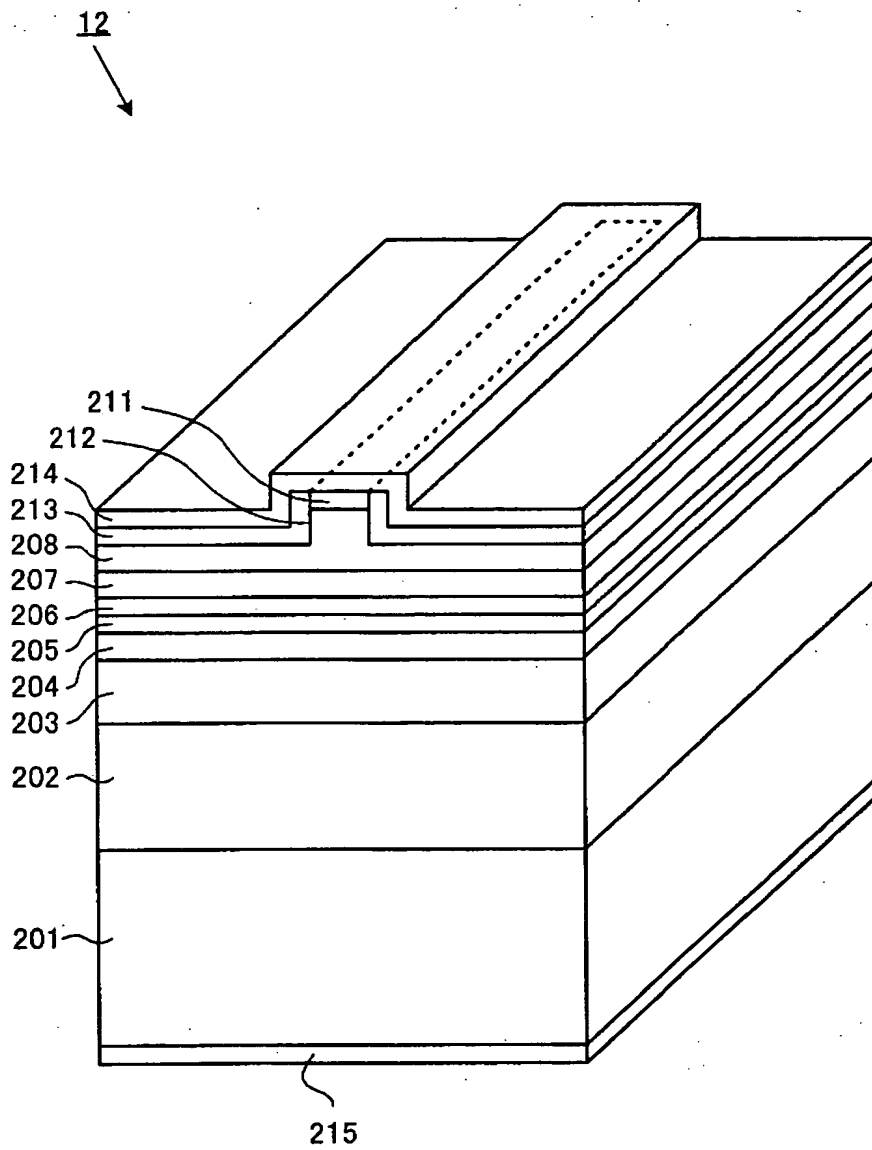
100 レーザ装置、10 ヘッダ部、11、131 支持基体、21 切り込み、12、132 青色LD、13、133 赤外LD、14、134 赤色LD、32 青レーザ部、33 赤外レーザ部、34 赤レーザ部、18、19、20、135、136、137 ワイヤ、201、301、401 基板、202 下部コンタクト層、203、303、403、下部クラッド層、204、404 下部ガイド層、205、305、405 活性層、206 蒸発防止層、207、407 上部ガイド層、208、308、408 上部第一クラッド層、309、409 エッチストップ層、310、410 上部第二クラッド層、211、311、411 上部コンタクト層、212、312、412 リッジストライプ、213 電流狭窄層、313、413 埋め込み層、214、314、414 p電極、215、315、415 n電極、38、39、40 ピン、41、48、49、50 リード。

【書類名】 図面

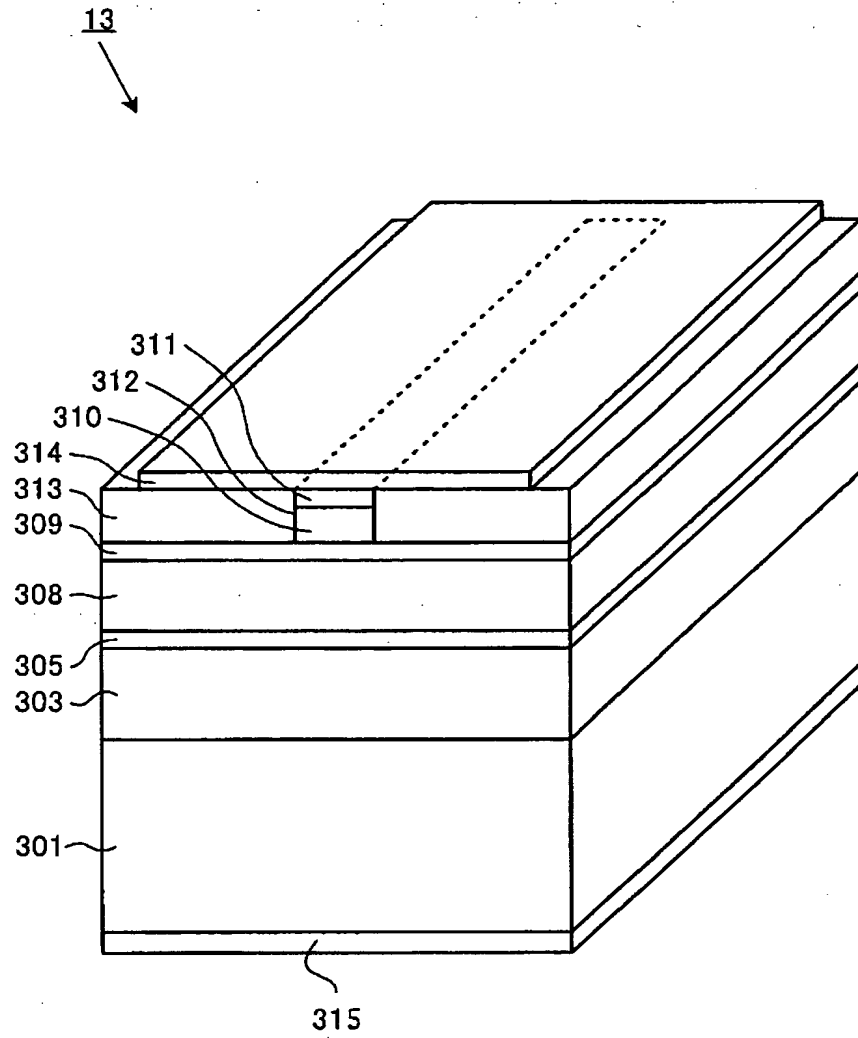
【図 1】



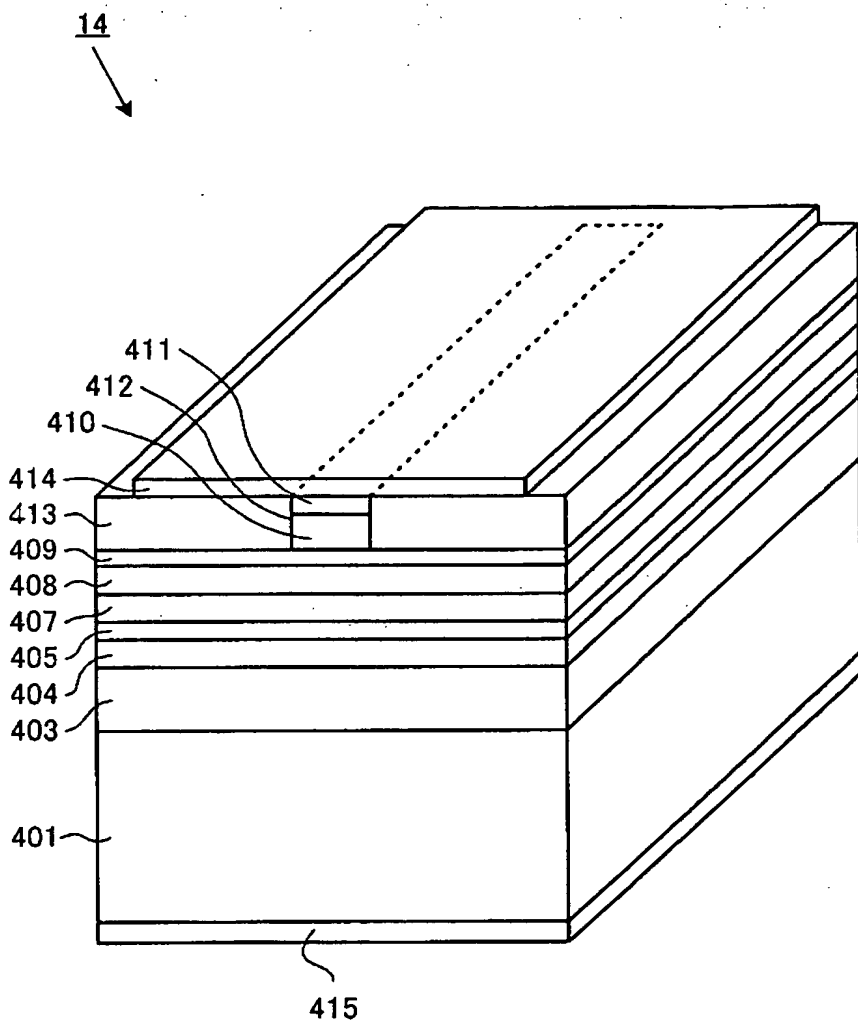
【図 2】



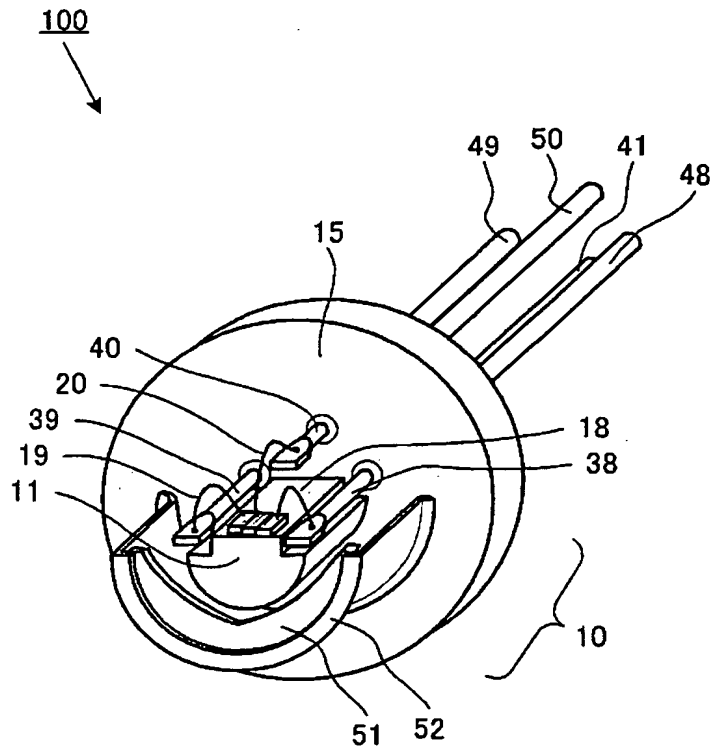
【図 3】



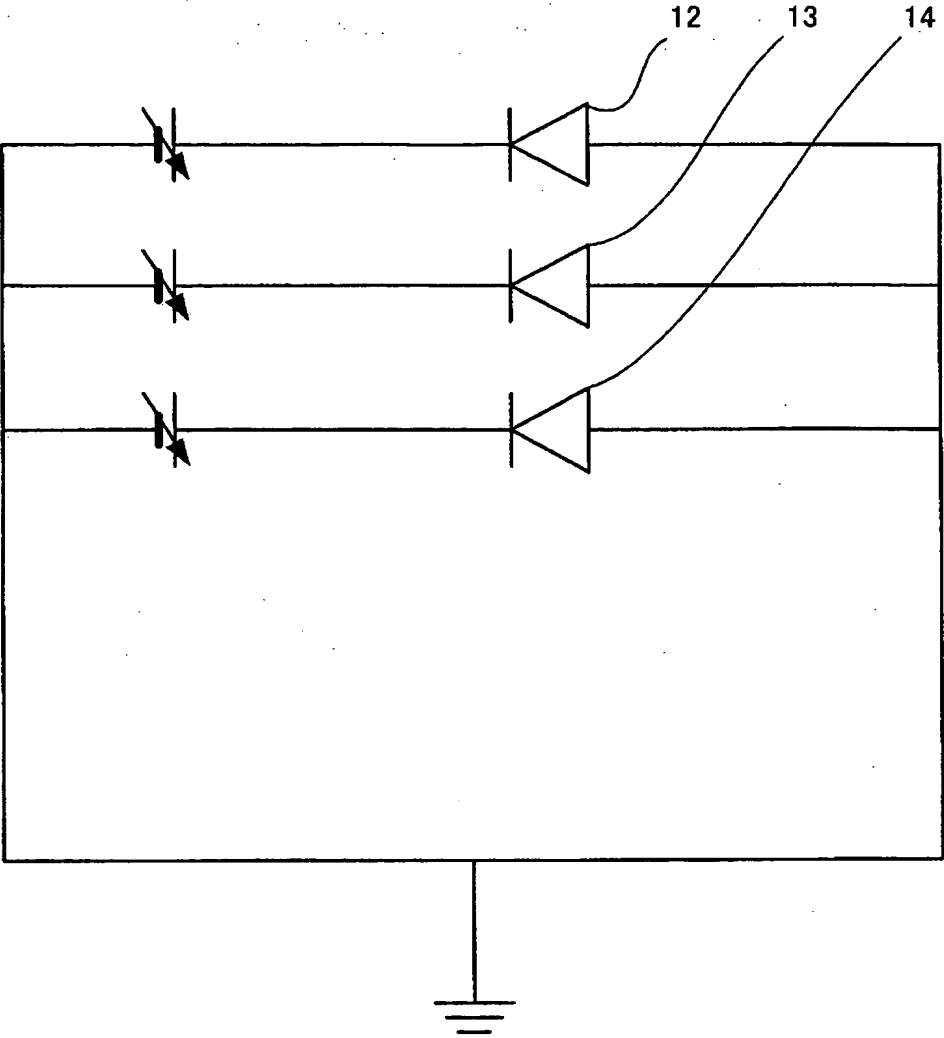
【図 4】



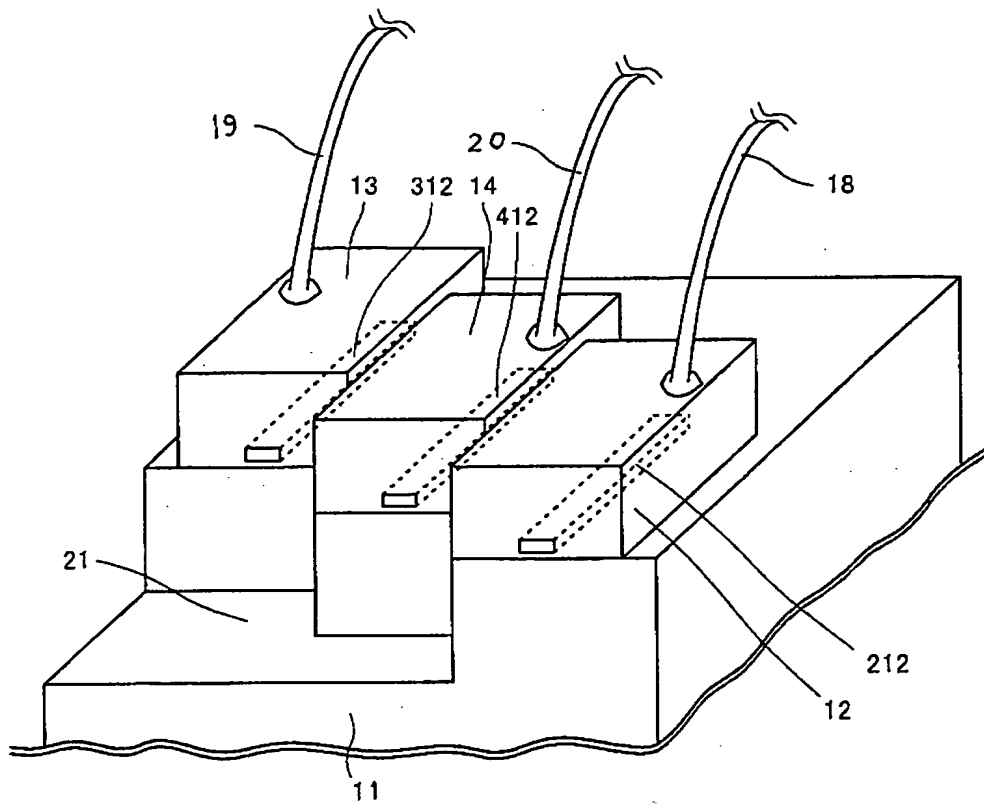
【図 5】



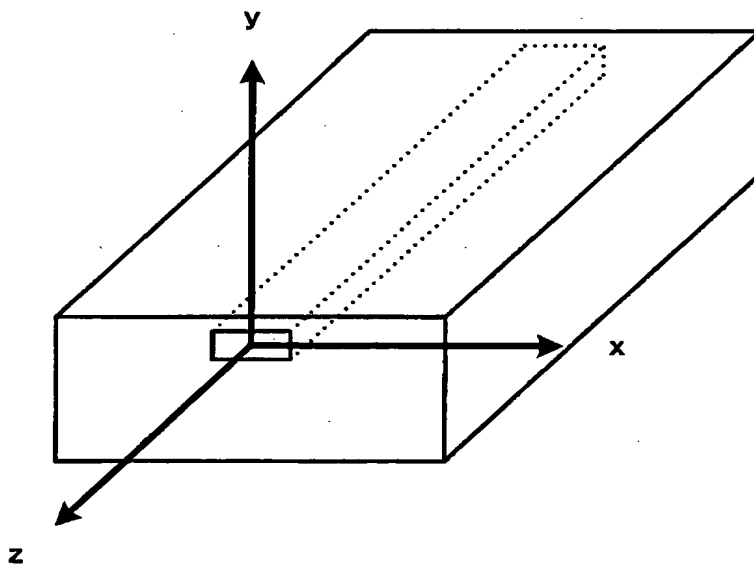
【図 6】



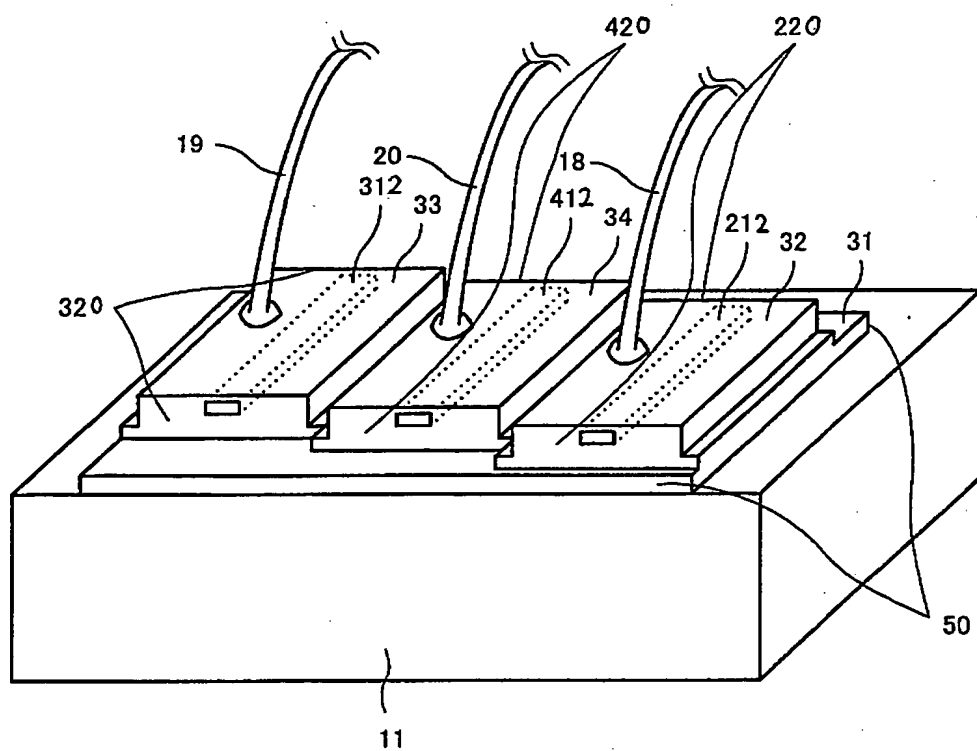
【図 7】



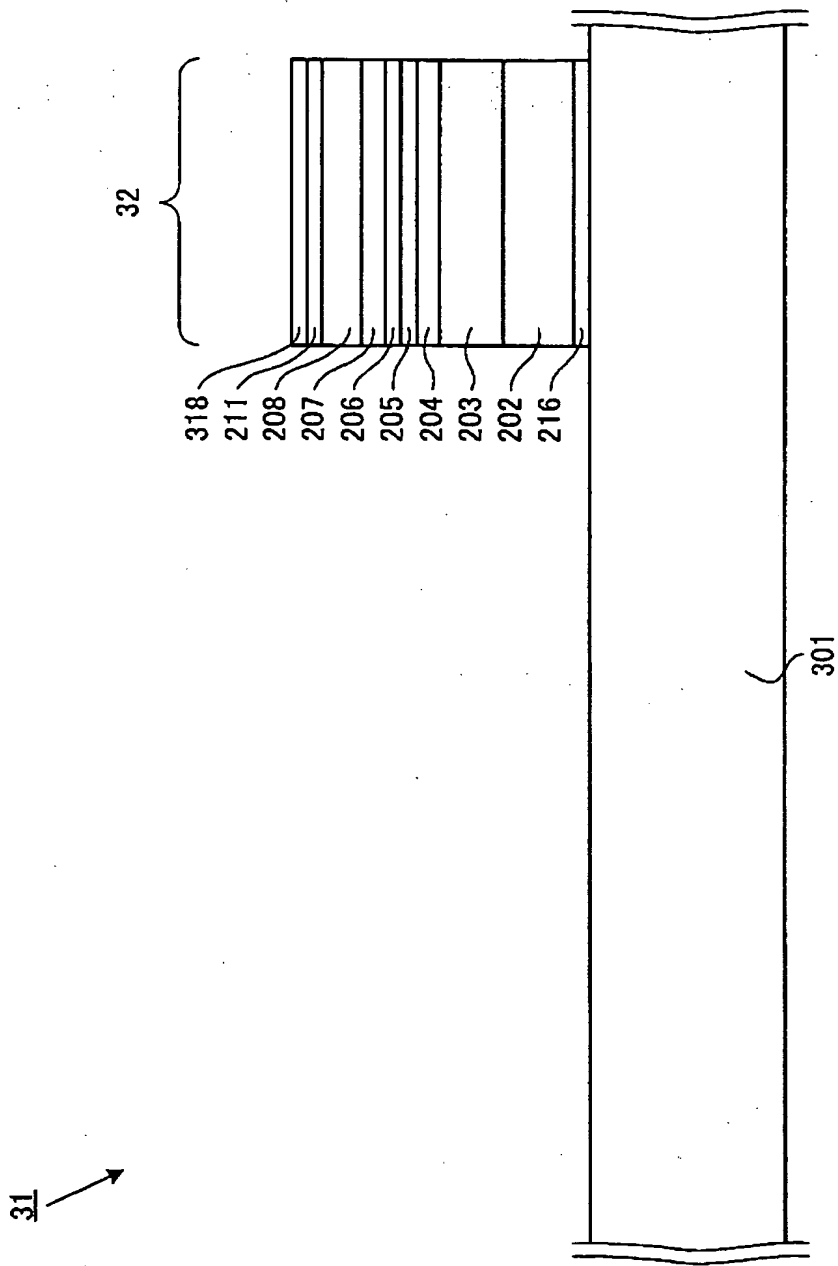
【図 8】



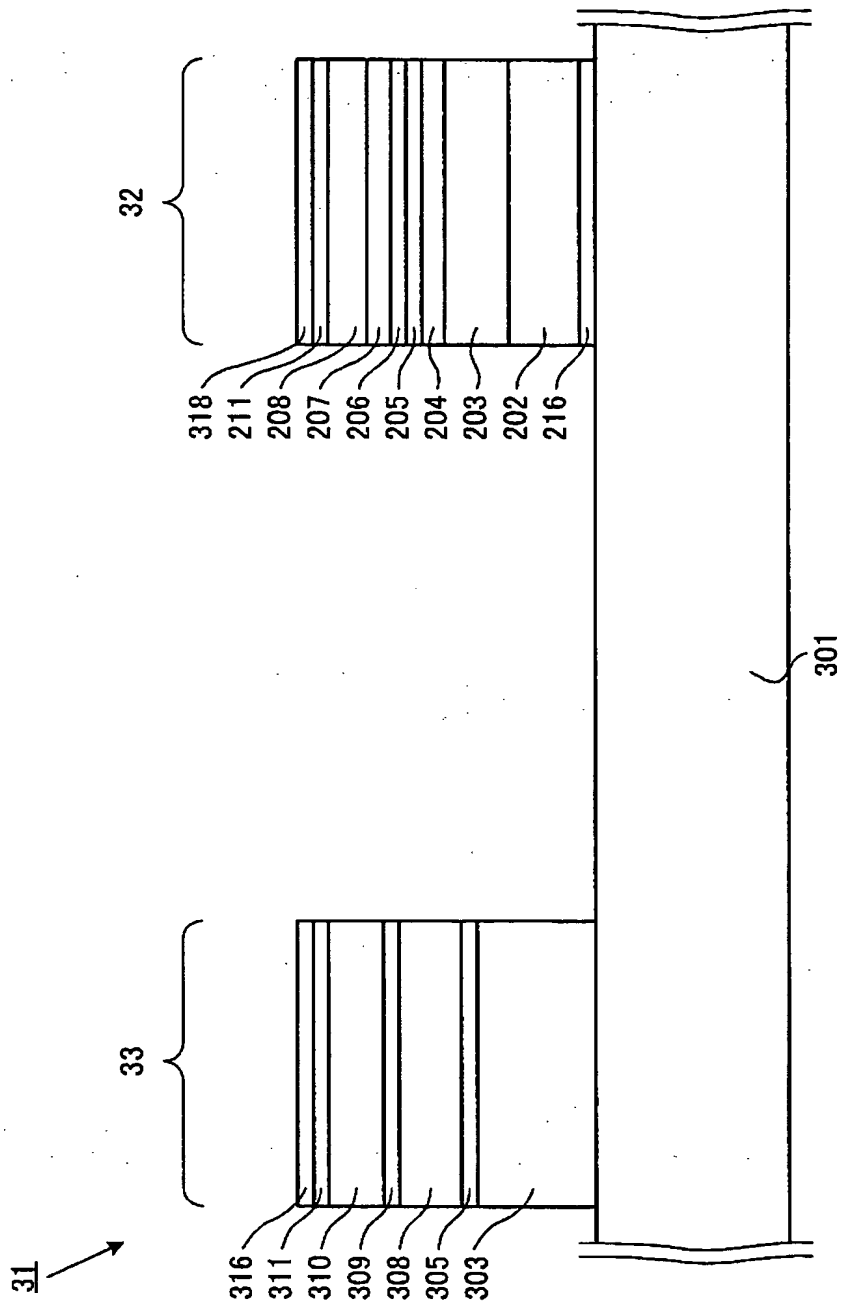
【図 9】



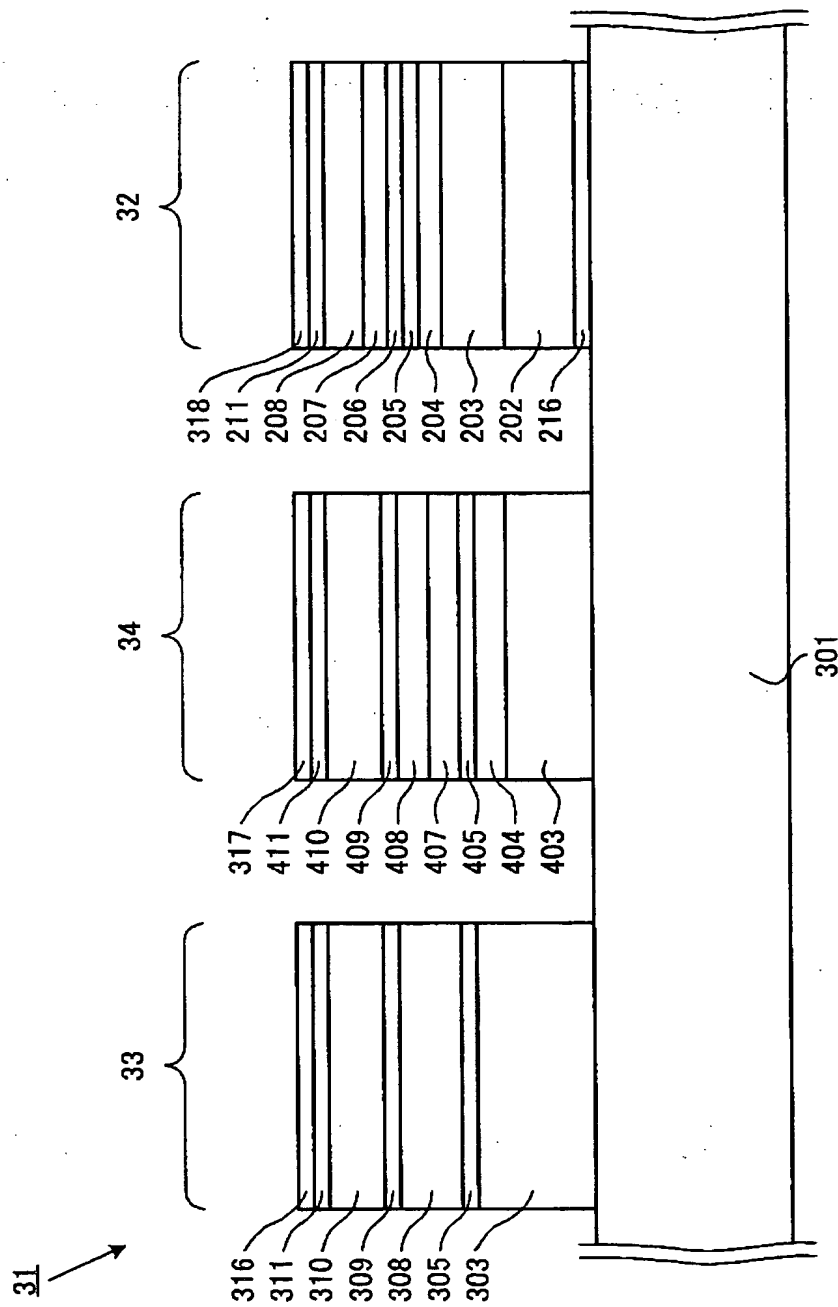
【図 10】



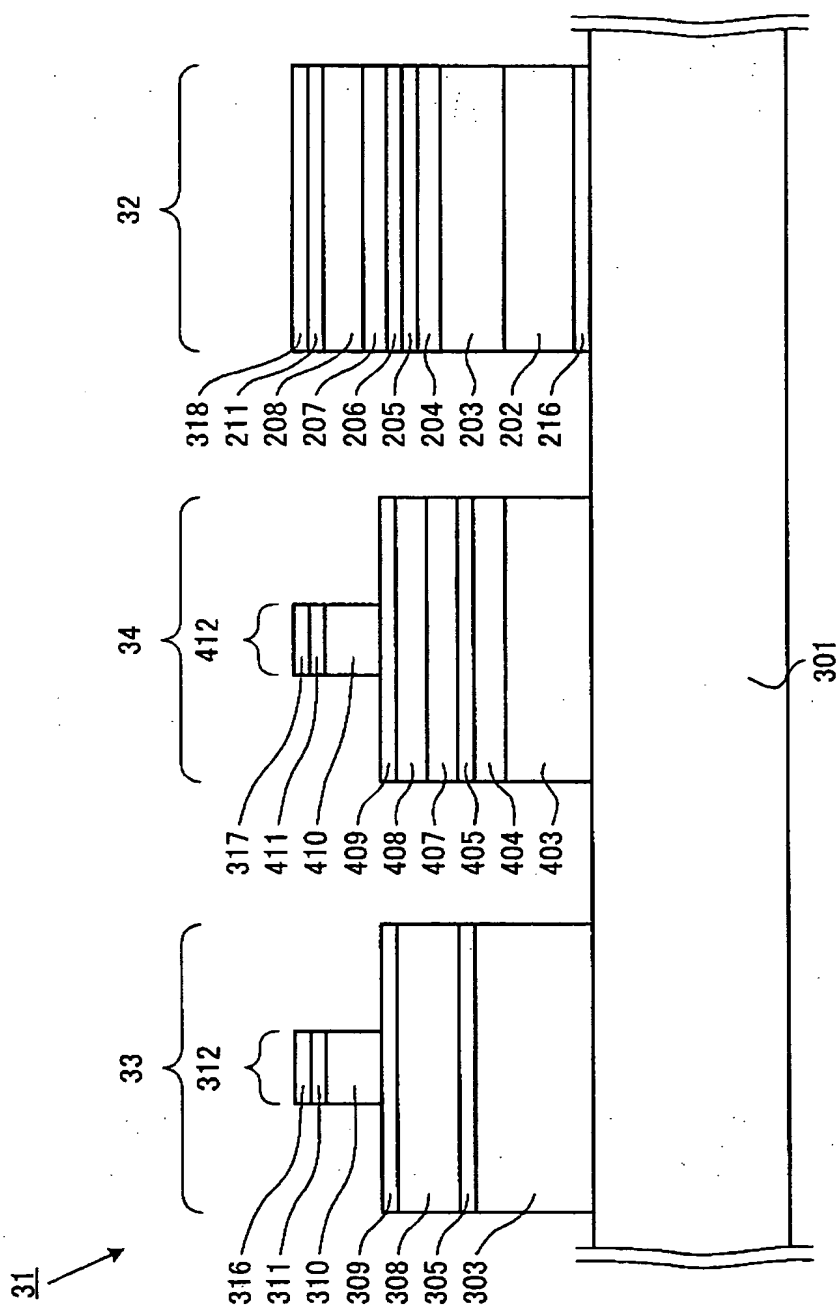
【図 11】



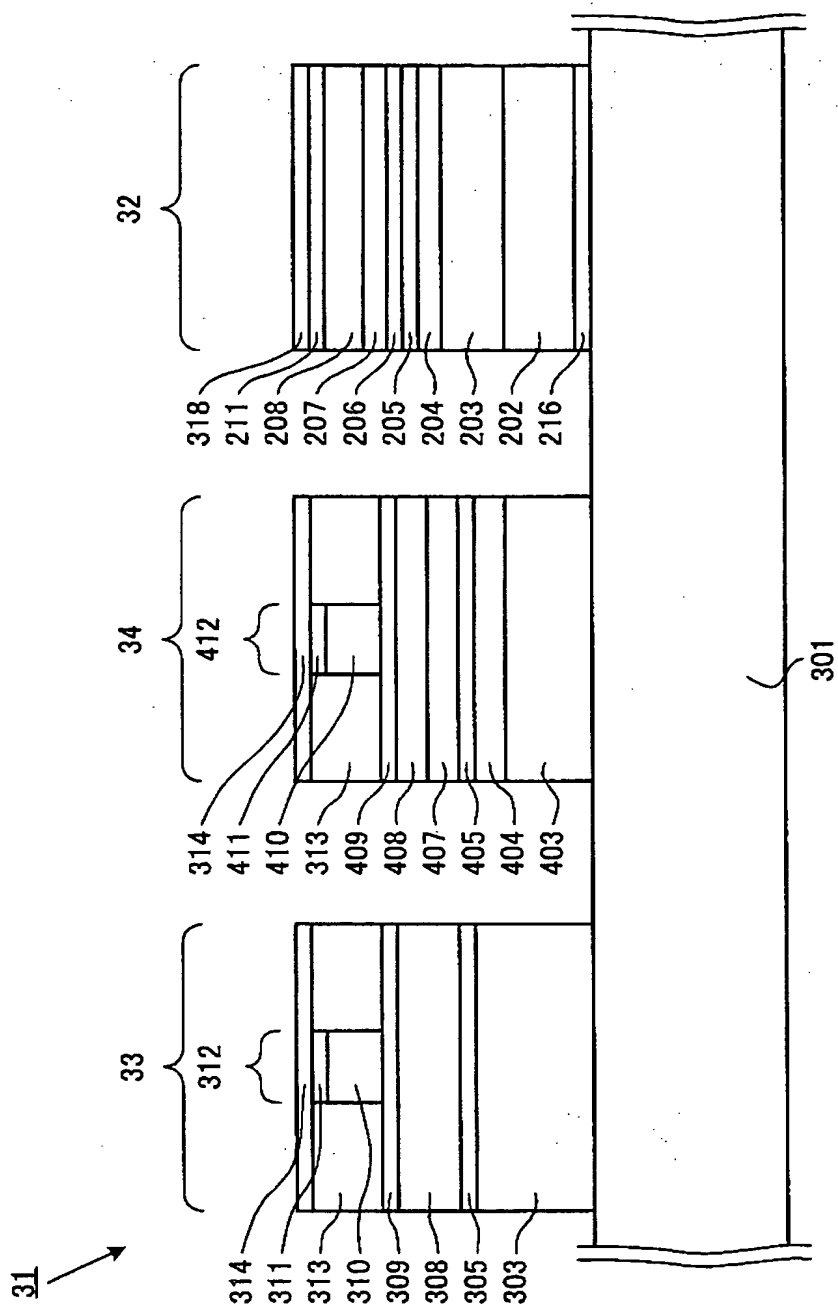
【図 12】



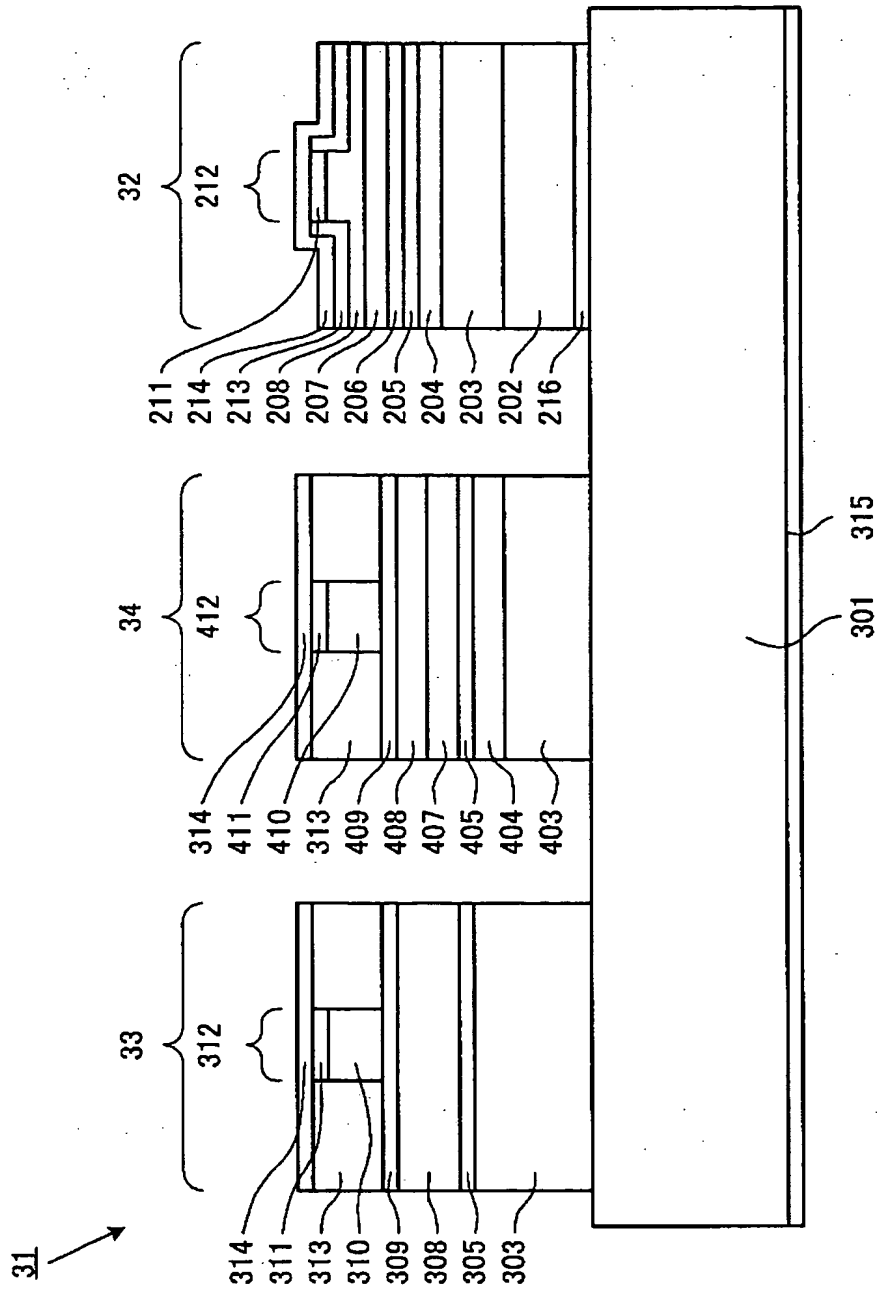
【図 13】



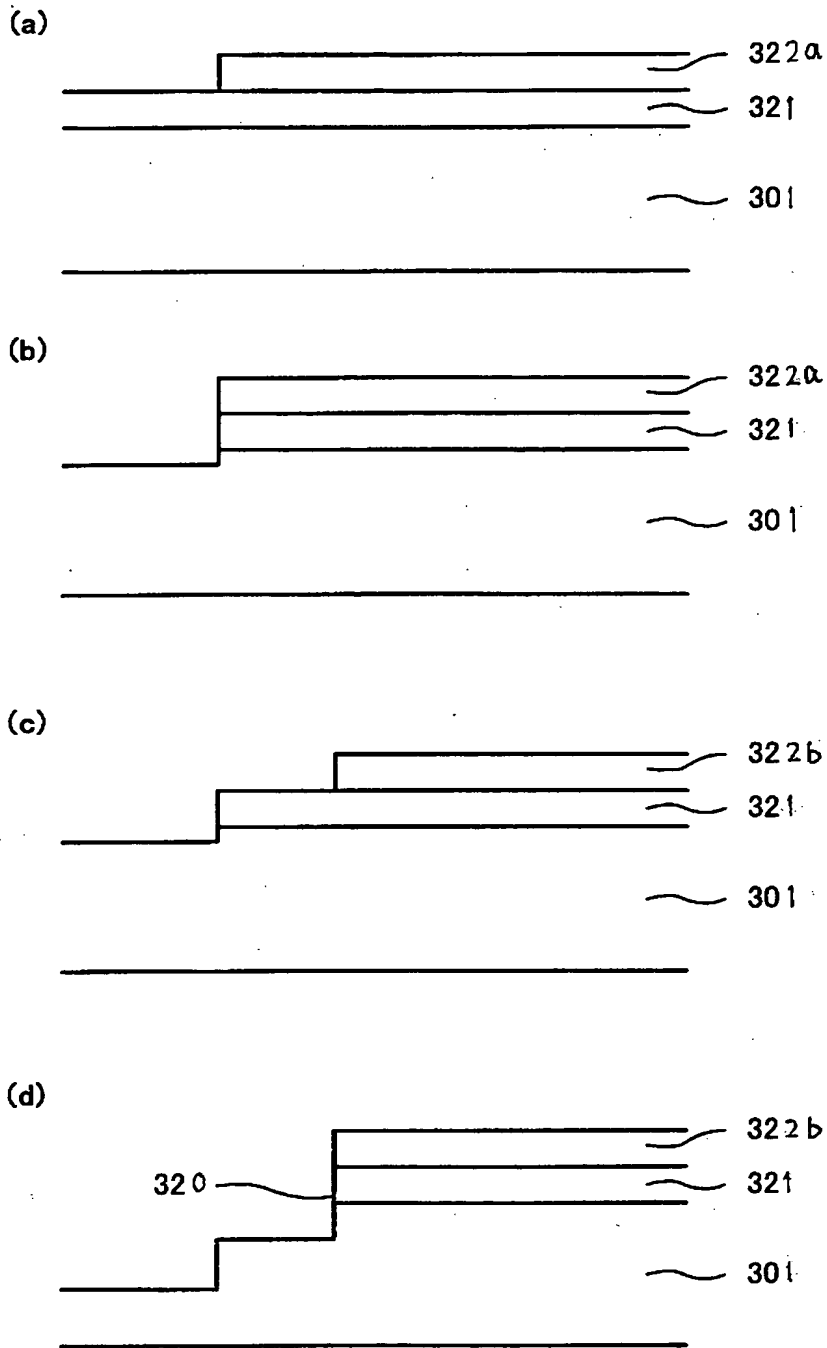
【図 14】



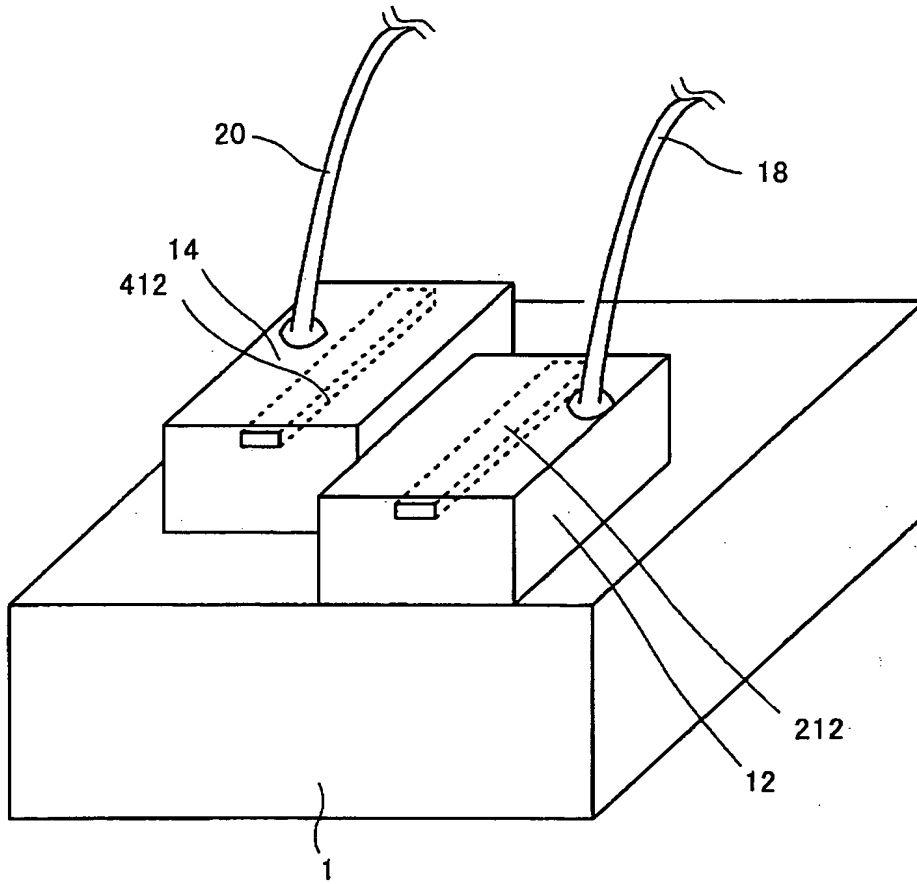
【図 15】



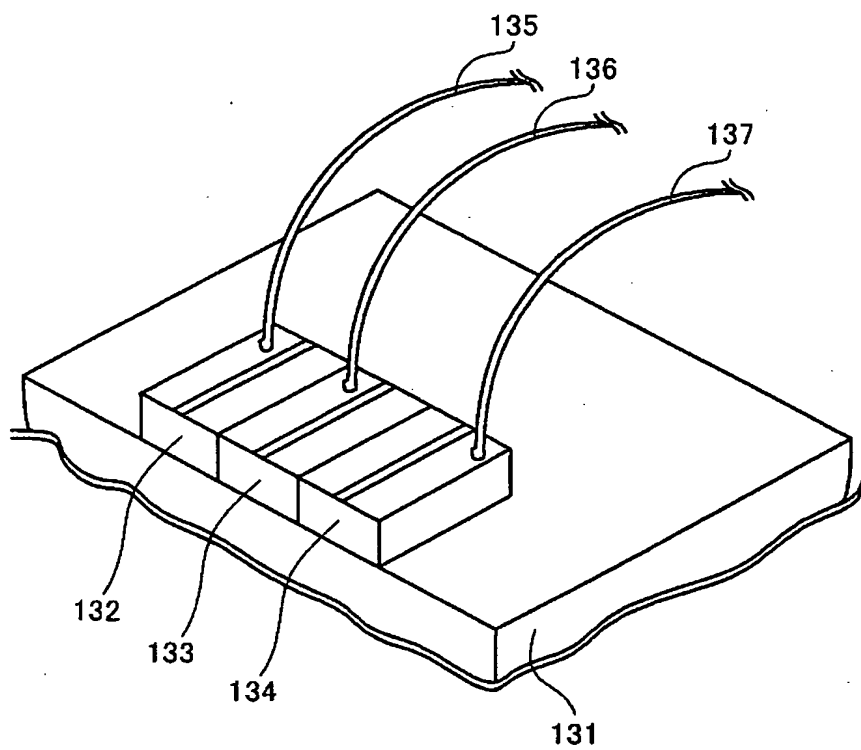
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 互いに異なった波長の光を出射する複数のレーザダイオードを含む多波長レーザ装置と単一光学系との関係を改善する。

【解決手段】 青色レーザダイオード（12）、赤色レーザダイオード（14）、および赤外色レーザダイオード（13）のうちで2以上のレーザダイオードが同一基体（11）上で同一方向に配置された多波長レーザ装置において、より短い波長のレーザダイオードの順序でレーザ光出射点とその光出射方向に向いて前方に配置されていることを特徴としている。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 9 7 9 5 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社